NAVEGACION

8.1 INTRODUCCION A LA NAVEGACION.

En su forma más sencilla, el diccionario nos dice que navegación es:

a) la acción de navegar,
b) el viaje que se hace con una nave. En el caso que nos ocupa, una definición un poco más precisa es: navegación aérea es la ciencia y tecnología que tiene como objetivo determinar la posición de un aeroplano respecto a la superficie de la tierra y mantener con exactitud la ruta deseada.

Así pues, se entiende por navegación aérea el proceso de pilotar un aeroplano, dirigiéndolo de un lugar geográfico a otro a través de una ruta establecida y monitorizando su posición a lo largo de la misma. A grandes rasgos, navegar requiere:

a) definir la ruta a seguir para llegar al lugar deseado;
b) monitorizar el vuelo a lo largo de esa ruta;
c) corregir las posibles desviaciones de la misma, y
d) adoptar procedimientos alternativos en caso de imposibilidad para alcanzar el destino previsto.

8.1.1 Vuelo local y de travesía.

Si Vd. vuela habitualmente dentro de un radio relativamente cercano al aeródromo en el cual suele operar, es como si se moviera por su barrio, conoce y distingue sin duda las características del paisaje que le rodea, donde está cada lugar, y sabe en todo momento donde se encuentra. Para dirigirse a un punto determinado simplemente se encamina hacia el mismo (enfila el morro del avión hacia allí) y ya está. Este tipo de vuelo suele denominarse vuelo local, comienza y termina normalmente en el mismo aeródromo, predomina el pilotaje del avión y apenas es necesario poner en práctica procedimientos de navegación.
Pero si por alguna circunstancia se aleja más de lo previsto y el paisaje ya no le es familiar, o no le es posible distinguir sin ningún genero de duda los lugares conocidos, bien porque la meteorología empeore reduciéndose la visibilidad o porque está volando cercano al ocaso, o no ha cuidado el repostaje del aeroplano y se ve en la necesidad de dirigirse a un aeródromo inmediato pero desconocido, en estos casos o sabe navegar o estará literalmente perdido. La falta de conocimientos y experiencia en navegación puede dar lugar a situaciones comprometidas e incluso peligrosas.

El vuelo de travesía ("cross country") se refiere esencialmente a todos aquellos vuelos que tienen lugar más allá de la proximidad de un aeródromo. Aunque no existe ningún criterio al respecto, ni falta que hace, suelen comenzar en un aeródromo y terminar en otro distinto relativamente alejado del de partida. En vuelo de travesía, ciertos detalles básicos que en vuelo local son importantes, adquieren una relevancia especial e incluso crítica, como por ejemplo:

- En las cercanías de un aeródromo puede aterrizar y repostar casi a voluntad, pero en un vuelo de travesía necesitará calcular previamente el combustible a consumir y planificar donde repostarlo.
- En la proximidad de un aeródromo, si el tiempo empeora repentinamente puede aterrizar y permanecer a la espera de que la situación mejore. En vuelo de travesía necesitará estudiar con más detalle las previsiones meteorológicas y permanecer atento a los posibles cambios en ruta. No solo eso, tendrá incluso que prever el desvío a un aeródromo alternativo.
- De su aeropuerto habitual, presumiblemente conoce la longitud de la pista, los puntos de notificación para entrar en circuito, como se realiza el mismo, las frecuencias de comunicaciones, si dispone o no de ayudas a la navegación, etc.

Todos estos detalles y algunos más sobre el aeródromo de destino, deberá tenerlos estudiados y planificados en un vuelo de travesía. Por ejemplo, puede resultar peligroso realizar un circuito a izquierdas cuando los demás tráficos lo hacen a derechas; o encontrarse en corta final alto y rápido para descubrir en la recogida que la pista es muy corta, o notificar una posición sobre un lugar cuando en realidad se está en otro distinto, etc.

- Cercano a su aeropuerto, conocerá seguramente por donde puede volar y por donde no, que zonas están prohibidas al vuelo, cuales están restringidas y como son esas restricciones, o que zonas son peligrosas. Igualmente, que altitud debe mantener en cada área no solo para franquear obstáculos sino porque pueden existir restricciones, pasillos aéreos, etc. Naturalmente, deberá tener en cuenta todos estos factores a la hora de diseñar y realizar una ruta.

En definitiva, para realizar un vuelo de travesía es imprescindible una buena navegación. Realizar un vuelo y llegar con seguridad y a tiempo a nuestro destino, de acuerdo con un plan predeterminado, puede ser muy satisfactorio. Por el contrario, una navegación pobre puede ser frustrante, e incluso en determinadas circunstancias peligrosa.

8.1.2 Características de la navegación aérea.

La navegación aérea posee algunas características particulares que la distingue de otros tipos de navegación como puede ser la marítima o la terrestre.

- **Un avión no puede detenerse en vuelo**. Al contrario que un automóvil, e incluso un barco, que pueden detenerse para resolver alguna situación de incertidumbre o a la espera de una mejora en las condiciones ambientales para reanudar la marcha, un avión no puede salvo aterrizando.
- **La autonomía es limitada.** Esto es común a todos los aparatos movidos por un motor, se mantienen en movimiento en tanto tienen suficiente combustible del cual extraer energía y transformarla en movimiento. Pero mientras que un barco, un automóvil, etc. simplemente se paran cuando agotan el combustible, un aeroplano no solo se para, además se cae.
- **Alta velocidad.** Esta ventaja del aeroplano respecto a otros medios de transporte, en el caso de la navegación puede ser un inconveniente: el paisaje que sirve de referencia pasa más deprisa y se dispone de menos tiempo para observarlo con detalle; una desviación de un par de grados durante unos minutos nos alejará del punto previsto unas cuantas millas; en caso de desorientación, mientras que se toma conciencia de la misma y se deciden las pautas a seguir, el avión sigue volando y tragando millas. Cuanto más alta sea la velocidad mayores deben ser el rigor y la precisión en la navegación.
- **Meteorología.** Las condiciones meteorológicas afectan a todos los medios de transporte en mayor o menor medida, pero en el caso de los aeroplanos juegan un papel fundamental. La falta de visibilidad impide ver con claridad las peculiaridades del terreno, una tormenta puede obligarnos a desviarnos de la ruta y aterrizar en un aeródromo alternativo e incluso tener que realizar un aterrizaje de emergencia; la capacidad de soportar vientos de cierta intensidad es limitada; el viento nos puede desviar de la ruta prevista; la presencia de nubes bajas puede obligarnos a mantener una altitud menor a la prevista y si esta no es suficiente para sortear los posibles obstáculos obligarnos a cambiar de ruta o dar la vuelta; etc.
- **Normativas**. Existen reglamentos y normas a cumplir, pero en el aire no hay señales de tráfico que prohíban nada, señalen alguna dirección, o aconsejen una determinada velocidad o altitud. Sería fantástico ir volando y encontrarse con señales del tipo "Bienvenido a Teruel", "Atención: altitud mínima 7500 pies", "Peligro: área de maniobras de aviones militares", o que al menos todos los pueblos tuvieran escrito su nombre en letras grandes y claras sobre algún lugar fácilmente visible, pero la realidad no es esa.

8.1.3 Métodos básicos de navegación.

Además de una planificación previa, cuyos detalles se explican en capítulos posteriores, para navegar eficazmente el piloto necesita determinar la posición relativa del aeroplano respecto a la superficie terrestre y dirigirlo en la dirección apropiada. Ambas cosas pueden hacerse mediante uno cualquiera de los siguientes métodos:

- **Navegación observada** (pilotage). El piloto determina la posición actual y la dirección a seguir, observando las referencias en la superficie terrestre y reconociéndolas sobre la carta. Estas referencias usualmente corresponden a los aspectos más relevantes del terreno (ríos, carreteras, lagos, etc.).
- **Navegación a estima** (dead reckoning). Calculando el tiempo transcurrido volando en una determinada dirección y la velocidad respecto al suelo, el piloto "estima" tanto la posición actual como la dirección a seguir.
- **Radionavegación**. También denominada navegación por instrumentos, aunque personalmente prefiera el término "navegación asistida por instrumentos", se refiere a la navegación realizada en función de las indicaciones de los equipos de navegación instalados a bordo. Existe una gran variedad de sistemas de instrumentos, unos basados en la recepción de señales de estaciones terrestres (VOR por ejemplo), otros de señales procedentes de satélites (GPS por ejemplo), otros que son autónomos y no necesitan de señales externas (sistema inercial por ejemplo), etc.
- **Otros**. Existen otros métodos de navegación, como por ejemplo la celestial, basada en referencias a los cuerpos celestes, pero dado que no están extendidos ni son frecuentes en aviación ligera, pasaremos por alto dichos métodos.

8.1.4 Técnicas combinadas.

La combinación de navegación visual y a estima es muy potente; los cálculos de la estima ayudan a establecer los próximos puntos de la ruta, el rumbo a seguir y el tiempo previsto en alcanzarlos, mientras que la navegación visual permite reconocer la posición actual con certeza, de manera que los pequeños e inevitables errores de estimación no se acumulen. De hecho, ambos métodos son tan interdependientes que constituyen esencialmente uno único, conocido como navegación observada y a estima. Si a ello le añadimos la utilización de procedimientos basados en instrumentos de navegación, con este "cóctel" la navegación será más cómoda y segura.

Como piloto, no se autolimite a una sola técnica de navegación, no vacile en combinar navegación visual a estima y navegación por instrumentos. Por ejemplo, puede utilizar la señal de un VOR para mantener el rumbo, y calcular tiempo y distancia desde el último sitio conocido para chequear su progresión sobre la ruta. De la misma forma, puede navegar a estima para mantener el rumbo y reconocer el progreso en la ruta ayudándose de las señales VOR. En caso de incertidumbre, las ayudas radioeléctricas pueden ayudarle a confirmar o desmentir los cálculos de posición o rumbo obtenidos por el procedimiento de estima.

Si el aeroplano dispone de instrumentos de navegación, el aspirante a piloto se podría preguntar ¿para que aprender otros métodos menos confortables?. Pues bien, aunque navegar por instrumentos es relativamente fácil, cómodo y seguro, fiar nuestra navegación exclusivamente a los instrumentos no parece muy de sentido común: además de que son susceptibles de averiarse, dependen de un suministro eléctrico. Si Vd. navega habitualmente con un GPS por ejemplo, encontrará que no hay razón para hacerlo de otra manera, pero si este se avería o lo que sería más tragicómico, se le acaban las pilas, la navegación observada y/o a la estima serán las que literalmente le salven el pellejo.

El proceso de aprendizaje, debería razonablemente ser escalonado, comenzando por adquirir experiencia en navegación conforme a los métodos básicos (observada y a la estima), para después perfeccionar y ampliar esta experiencia navegando con radioayudas, y si llega el caso culminar el proceso navegando con sistemas exclusivamente basados en instrumentos, pero en ningún caso despreciando u olvidando los sistemas básicos. Primero, aprenda a navegar con un mapa, un reloj y una brújula; después con los instrumentos electrónicos; no fíe su destino a la carga de unas pilas.

8.1.5 VFR e IFR.

Antes de pasar a otros capítulos, conviene aclarar algunas diferencias entre VFR (Visual Flight Rules) que se traduce por "Reglas de Vuelo Visual", e IFR (Instrument Flight Rules) que se traduce por "Reglas de Vuelo por Instrumentos".

Las denominaciones puede que sean algo engañosas e induzcan a pensar, por ejemplo, que cuando se vuela con instrumentos se está volando en IFR; o que si se navega a estima, se está volando en VFR. No es así ni mucho menos; nada le prohibe al piloto utilizar todos los instrumentos a su alcance volando en VFR, o que en IFR el piloto quiera chequear la posición indicada observando las marcas en el terreno. Que un vuelo pueda realizarse en "visual" o en "instrumental" depende principalmente de si las condiciones ambientales posibilitan volar por referencias "visuales" o por el contrario fuerzan a volar por instrumentos. Por ejemplo, en VFR no se puede volar dentro de nubes porque no hay referencias visuales (ni del terreno ni de la posición del avión respecto al horizonte).

La primera diferencia, estriba en las condiciones meteorológicas. Si estas son "buenas" tal como lo define el Reglamento de Circulación Aérea (que llamaremos en adelante R.C.A.), entendiendo como "buenas" una visibilidad y una distancia a la base de las nubes mínimas, se puede volar en VFR. Si esas condiciones mínimas no se cumplen, el vuelo ha de ser obligatoriamente IFR. Digamos que hay dos niveles de restricción: uno en el cual se puede volar VFR, y por supuesto también IFR, y otro más estricto en el cual solo se puede volar IFR.

CONDICIONES DE VISIBILIDAD Y DISTANCIA DE NUBES PARA VUELOS VFR

Clase de espacio aéreo	A	B	C-D-E	F - G	
				Con altitud por encima del mayor de los valores: - 900 mt (3000 ft) AMSL o - 300 mt (1000 ft) AGL	Con altitud igual o menor al mayor de los valores: - 900 mt (3000 ft) AMSL o - 300 mt (1000 ft) AGL.
Distancia de las nubes	NO VFR	Libre de nubes	1500 mt horizontalmente 300 mt (1000 ft) verticalmente.		Libre de nubes y a la vista de la superficie
Visibilidad de vuelo	NO VFR	8 km. a 3050 mt (10000 ft) AMSL o por encima 5 km. por debajo de 3050 mt (10000 ft) AMSL			5 km.

Fig.8.1.1 - Tabla de mínimos VFR

La fig.8.1.1 muestra las condiciones mínimas de visibilidad adelante y distancia a las nubes que deben darse para volar en VFR en cada clase de espacio aéreo. Por ejemplo: en un espacio de clase G, con una altitud superior a 300 metros (1000 pies) por encima del suelo (AGL) y una lectura de altímetro mayor de 3000 pies, la distancia mínima a las nubes (si hubiera) debe ser de 1500 metros en horizontal y 300 en vertical para poder volar en VFR. La visibilidad, debería ser como mínimo de 8 km. a 10.000 pies o más de altitud, y de 5 km. con altitudes menores. Si no se puede cumplir alguno de los mínimos anteriores, el vuelo debe hacerse en IFR.
Mantener la separación vertical de las nubes, no puede suponer nunca volar tan bajo que se viole la norma fundamental sobre altitud mínima de vuelo. Si no puede mantener esta altitud mínima a la vez que la separación adecuada de las nubes no puede volar en VFR.

El segundo condicionante, mostrado también parcialmente en las figs. 8.1.1 y 8.1.2, radica en los espacios en los cuales se puede volar en VFR, y bajo que condiciones. La fig. 8.1.2 muestra otros criterios adicionales impuestos por el R.C.A., tales como limitaciones de velocidad, necesidad o no de autorización, obligatoriedad de equipos de radio, etc. para operar en VFR según cada clase de espacio aéreo. Estos y otros detalles se tratarán en la sección correspondiente a Control del Espacio Aéreo.

Clase de espacio aéreo	A	B	C-D	E-F-G
Autorización	NO VFR	ATC		No necesaria
Radio		Obligatoria		No necesaria
Limitación de velocidad		No	250 KIAS por debajo del nivel FL100	

Fig.8.1.2 - Otros requerimientos VFR

El tercer factor, reside en las altitudes de vuelo. El R.C.A. especifica una serie de reglas sobre altitudes de vuelo, las cuales son ligeramente diferentes para VFR e IFR. Los vuelos VFR en vuelo horizontal de crucero, cuando operen por encima de 3000 pies por encima del suelo (AGL - Above Ground Level), se efectuaran con una altitud que dependerá de su ruta magnética de la forma siguiente:

- En rutas comprendidas entre 000º y 179º, la altitud debe corresponder a una cifra cuya cantidad de miles sea **IMPAR**, a la cual se le agregan 500 pies (p.ejemplo: 3500, 5500, 7500, ...).
- En rutas comprendidas entre 180º y 359º, la altitud a mantener será una cifra cuya cantidad de miles sea **PAR**, a la cual se le agregan 500 pies (p.ejemplo: 4500, 6500, 8500, ...).

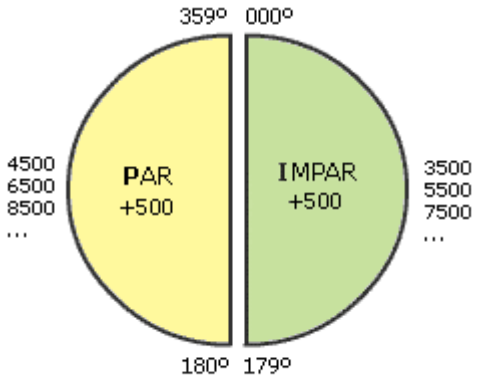

Fig.8.1.3 - Altitudes VFR s/ruta magnética.

Si se fija en la fig.8.1.3 le será fácil memorizar un círculo y la palabra "PI" (**P**ar - **I**mpar), con lo cual ya tiene una regla nemotécnica para acordarse de esta norma. ¿Que cambia en esta norma para IFR?. Pues que no hay que agregar 500 pies, o sea que en IFR las altitudes son múltiplos exactos de 1000.

Importante: Suponga que al trazar una ruta en el mapa, la dirección magnética para desplazarse de un punto a otro es 005º, pero en vuelo, un fuerte viento cruzado que viene de la izquierda provoca una deriva y para corregirla se ve obligado a mantener rumbo 355º. ¿Que altitud mantener?. Aunque su avión apunta ligeramente al Oeste (rumbo 355º) su trayectoria de vuelo es hacia el Este (ruta 005º), por tanto debe mantener una altitud acorde con esta última, es decir: Impar + 500.

Por último, Vd. no puede volar IFR si no dispone de la calificación aeronáutica pertinente. En España, la licencia de piloto privado habilita para volar en VFR únicamente.

Los pilotos pueden volar IFR aunque las condiciones sean VFR pero no al contrario. Hay ocasiones en que es prudente volar IFR incluso con condiciones VFR; por ejemplo: con un aeroplano monomotor sobre el mar a última hora de la tarde, cuando el horizonte es difícil de discernir.

Resumiendo: Los reglamentos aéreos permiten volar en VFR siempre y cuando se den unas condiciones mínimas de distancia a las nubes y visibilidad, apoyándose en instrumentos y radioayudas según su voluntad. Por debajo de esas condiciones mínimas y en determinados espacios aéreos, solo puede volar en IFR y únicamente si posee la calificación correspondiente.

Sumario:

- Navegación aérea es el proceso de pilotar un aeroplano, dirigiéndolo de un lugar geográfico a otro a través de una ruta establecida y monitorizando su posición a lo largo de la misma.
- A grandes rasgos navegar requiere: a) definir la ruta a seguir; b) monitorizar el vuelo a lo largo de ella; c) corregir las posibles desviaciones, y d) adoptar procedimientos alternativos en caso de imposibilidad para alcanzar el destino previsto.
- Se denomina vuelo de travesía a todos aquellos que esencialmente tienen lugar más allá de la proximidad de un aeródromo.
- En un vuelo local, ciertas cuestiones como por ejemplo: repostar combustible, tomar la decisión de retornar porque empeoran las condiciones meteorológicas, etc. pueden resolverse con relativa facilidad. En un vuelo de travesía estas cuestiones y algunas otras adquieren una relevancia especial e incluso crítica.
- Igualmente, mientras que en vuelo local apenas se tiene necesidad de poner en práctica procedimientos de navegación, en vuelo de travesía una buena navegación es fundamental.
- La navegación aérea presenta algunas características propias, derivadas del propio aparato y del medio en que este se mueve. Estas particularidades son entre otras: el avión no puede detenerse en vuelo; la autonomía es limitada y si el combustible se agota el aeroplano se cae; la velocidad dificulta la navegación y obliga a una mayor precisión; las condiciones meteorológicas juegan un papel preponderante; en el aire no hay señales que nos recuerden u obliguen a cumplir las normas y reglamentos; etc.
- Los métodos de navegación básicos son: navegación visual, a estima, y ayudada por instrumentos. Estos métodos de navegación no son excluyentes entre si, son complementarios.
- El proceso de aprendizaje de la navegación conviene que sea escalonado, de forma que cuando el piloto culmine su experiencia y sea capaz de navegar basándose únicamente en instrumentos, en caso de inutilización de los mismos por cualquier causa, pueda navegar una ruta y llegar a su destino con seguridad mediante los métodos básicos.
- Volar en VFR (Visual Flight Rules) o en IFR (Instrumental Flight Rules) no depende de que el vuelo se base en la utilización o no de instrumentos y radioayudas, sino de las condiciones mínimas de visibilidad, distancia a mantener de las nubes, y de la clase de espacio aéreo en que se vuele.
- Existen unos mínimos establecidos para volar en "visual" por debajo de los cuales solo se puede volar en "instrumental".
- Si no puede mantenerse alejado verticalmente de las nubes sin violar la norma establecida sobre altitud mínima a mantener, no puede volar en VFR.
- Para determinar el nivel o altitud de vuelo recuerde la imagen de un círculo con la palabra "PI" en su interior; en el semicírculo de la izquierda (Oeste) la P de par y en el de la derecha (Este) la I de impar.
- La autoridad aérea competente puede en determinados casos, autorizar un vuelo VFR aun cuando las condiciones estén por debajo de las mínimas reglamentadas; no obstante, sea consciente de que la responsabilidad última sobre la nave y sus ocupantes recae sobre el piloto.
- Para volar IFR es obligatorio poseer la calificación correspondiente.
- Los pilotos pueden volar IFR aunque las condiciones sean VFR pero no al contrario. En ocasiones puede ser prudente volar IFR incluso con condiciones VFR.

© M.A.Muñoz Jun/2002